

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-140700  
 (43)Date of publication of application : 26.05.1998

(51)Int.CI. E04B 1/86  
 G10K 11/162  
 G10K 11/16

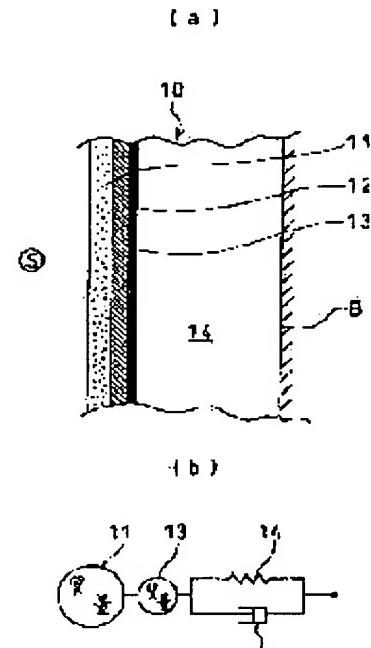
(21)Application number : 08-312733 (71)Applicant : KOBE STEEL LTD  
 (22)Date of filing : 08.11.1996 (72)Inventor : TANAKA TOSHIMITSU  
 HAYASHI NOBUTERU  
 YAMAGIWA ICHIRO  
 FUJINAMI GEN  
 YOSHIMURA TOSHI

## (54) MULTILAYER SOUND ABSORBING STRUCTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To absorb ultra low frequency sound and reduce the number of processes for a multilayer sound absorbing structure in a shorter construction period by arranging a hard porous material, a soft porous material and a hard porous material in sequence from a sound source side as well as a sound insulating plate via an air layer.

**SOLUTION:** A multilayer sound absorbing structure 10 is formed with a hard porous material layer 11, a soft porous material layer 12 and a hard porous material layer 13 respectively having continuous ventilating holes, in sequence from a sound source side, and an air layer 14. The air layer 14 is formed between the hard porous material layer 13 and a sound insulating plate B located outside. The hard porous material layer 11, the soft porous material layer 12 and the hard porous material layer 13 are formed of foamed concrete, glass wool and rock fiber, respectively. Three layers 11, 12, 13 are continuously formed. In the multilayer sound absorbing structure 10, the hard porous materials 11, 13, the soft porous material 12 and the air layer 14 serve equivalently for mass, attenuation and spring respectively to compose mechanical vibration system and absorb ultra low frequency sound.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the multilayer absorption-of-sound structure for infrasound absorption of sound which formed two or more acoustic material in the multilayer in piles. Said multilayer The 1st layer which consists of aerated concrete which is a hard porous body, and the 2nd layer which consists of glass wool which is an elasticity porous body, the 3rd layer which consists of rock wool which is a hard porous body -- this -- the multilayer absorption-of-sound structure characterized by consisting of the 3rd layer and the 4th layer which consists of an air space formed between the noise insulation plates arranged in the outside.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the high multilayer absorption-of-sound structure of the absorption-of-sound effectiveness to extremely low frequency 20Hz or less about the multilayer absorption-of-sound structure in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, various acoustic material, such as rock wool and glass wool, is known, and various multilayer absorption-of-sound structures which raised the absorption-of-sound effectiveness to the multilayer in piles are also proposed in such acoustic material.

[0003] The multilayer absorption-of-sound structure like JP,4-55360,Y is proposed as what absorbs sound effectively the low frequency sound especially generated from industrial machines, such as a low frequency field (40Hz or less), for example, an oscillating screen, a vibrating feeder, and a reciprocation type compressor.

[0004] Moreover, according to the construction site situation in recent years, preparing the pollution problem of the noise from the above-mentioned machine, dust, etc. and an enclosure like [ it talks about the scene problem further and ] a noise-proof wall as these cures is performed.

[0005] In addition, the field where a cure is difficult and poses a problem especially as a pollution problem among the above-mentioned low frequency fields was an extremely-low-frequency band (20Hz or less), since infrasound here had the long frequency, it was easy to spread it to the apogee, and it had become the backlash sound of fittings, and the cause of a headache and nausea depending on the case.

[0006] Although the almost satisfying absorption-of-sound effectiveness had been acquired to such infrasound in said JP,4-55360,Y, the absorption-of-sound structure needed many layers, such as six layers.

[0007] An example of this absorption-of-sound structure of six layers is shown in drawing 11. In drawing 11, the low frequency sound generated from the sound source Incidence is carried out to the hard porous body layer 1 which has the continuation air hole of the 1st layer in a travelling direction alpha. The air space 2 of the 2nd layer, the hard porous body layer 3 which has the continuation air hole of the 3rd layer, the elasticity porous body layer 4 which has the continuation air hole of the 4th layer, the hard porous body layer 5 which has the continuation air hole of the 5th layer, and the air space 6 of the 6th layer are passed, and it results in a wall surface W. The above-mentioned low frequency sound declines and absorbs sound by the mechanical oscillation system which consists of these six layers.

[0008] When preparing an enclosure using a multilayer-structure object, internal sound pressure increases by the enclosure function, and the necessary absorption-of-sound effectiveness may be unable to be demonstrated. For this reason, although a resonator (resonator) is installed into an enclosure, a resonator absorbs sound by making two or more kinds of things [ many ] stand close together, when it is tuned up so that the high absorption-of-sound effectiveness may be acquired on a specific frequency, and it is going to absorb sound over the frequency band of a certain range.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, absorption-of-sound structure with many layers which call a low frequency field, especially infrasound 6 layer structures for absorbing sound effectively according to the conventional multilayer absorption-of-sound structure is required. Moreover, it is required to prepare an air space between the layers of acoustic material by the mechanical oscillation system of 6 layer structures in this case, since that permutation has also become settled. For this reason, there were complication of construction by complication of structure and a problem of the increment in the man day and the time necessary for completion accompanying this. Moreover, when preparing an enclosure

for consideration of an environment, although a resonator is installed into an enclosure, in order to carry out a large number standing close together, it is disadvantageous in respect of an effective tooth space and the increment in facility cost.

[0010] In order to solve such a problem, when this invention is made, and effective absorption of sound of infrasound is possible for it, and the simplification of structure and reduction of the man day and the time necessary for completion accompanying this are still more possible for it and it prepares an enclosure also with the simplified structure, it is excellent in the absorption-of-sound effectiveness, and it aims at offering the absorption-of-sound structure which can secure an effective tooth space.

[0011]

[Means for Solving the Problem] As a means to solve the above-mentioned technical problem, this invention is the multilayer absorption-of-sound structure for infrasound absorption of sound which formed two or more absorption-of-sound layers in the multilayer in piles. Said multilayer The 1st layer which consists of aerated concrete which is a hard porous body, and the 2nd layer which consists of glass wool which is an elasticity porous body, the 3rd layer which consists of rock wool which is a hard porous body -- this -- the multilayer-structure absorption-of-sound object characterized by consisting of the 3rd layer and the 4th layer which consists of an air space formed between the noise insulation plates arranged in the outside is proposed.

[0012]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 (a). The multilayer absorption-of-sound structure 10 as a noise-proof wall is formed using the multilayer absorption-of-sound structure mentioned above. The multilayer absorption-of-sound structure 10 shown here consists of the hard porous body layer 11 which has the continuation air hole whose number is the 1st sequentially from the sound-source side S, an elasticity porous body layer 12 which has the continuation air hole whose number is the 2nd, a hard porous body layer 13 which has the continuation air hole whose number is the 3rd, and an air space 14 of the 4th layer, and the quality of the material of the 1st layer, the 2nd layer, and the 3rd layer consists of aerated concrete, glass wool, and rock wool, respectively. These three layers are formed continuously and the air space 14 of the 4th layer is formed between the 3rd layer and the noise insulation plate B which is outside further. Here, the aerated concrete of the 1st layer adds an aluminium powder (foam) to a slurry (SEMEITO base), is made to foam with the hydrogen gas which these react and is generated, and should just suit JIS-A -1162. However, since it uses as not a thing but the acoustic material used as structure material, bulk specific gravity is 0.5 g/cm<sup>3</sup>. The following is desirable and the thing of the range of bulk specific gravity 0.27 - 0.35 g/cm<sup>3</sup> (porosity 85 - 90vol%) is still more desirable. The glass wool of the 2nd layer fuses glass, is the glass wool acoustic material which fibroed with the flame method, the centrifuge method, the eddy current method, etc., and fabricated this the shape of felt, and in the shape of a board with adhesives, and should just suit JIS-A -6306. The rock wool of the 3rd layer uses rock wool as the main raw material, is the rock wool makeup acoustic tile fabricated to tabular using binding material and a chemical admixture, and should just suit JIS-A-6307. Bulk specific gravity is 0.5 g/cm<sup>3</sup> equivalent to aerated concrete. The following is desirable. In addition, that the noise insulation plate concerning this invention should just be a thing of a property which reflects a sound, as a gestalt of the noise insulation plate concerned, it may be constituted in one with said four layers, and when carrying out site operation to the existing structures (for example, sound isolation enclosure etc.), said noise insulation plate may be constituted by the wall surface of the structure concerned.

[0013] Next, an operation of this acoustic material is explained. it is shown in drawing 1 (b) -- as -- the thing of the absorption-of-sound structure 10 of four layers of this invention -- mainly -- the 1st -- layer 11 and the 3rd -- layer 13 -- mass -- 12 constitutes the 2nd layer of attenuation and the mechanical vibration system by which 14 [ layer / 4th ] is equivalent to a spring, the sound energy of an extremely-low-frequency band declines by this, and infrasound is absorbed.

[0014] In the vibration system of this spring-mass system, resonance frequency can be lowered to extremely low frequency by changing the mass of the 1st layer. In order to make it absorb sound efficiently in an extremely-low-frequency band at this time, it is required of it being efficient to heat energy and transforming the sound energy of extremely low frequency to it. Then, sound energy is effectively convertible for heat energy by adopting aerated concrete with a high acoustic absorptivity as the hard porous body layer which is independently, and even if it is absorption of sound of infrasound by this, a high acoustic absorptivity can be held. Therefore, making the 3rd layer of the 1st layer of the aerated concrete of 11 thicker than the rock wool of 13 makes it the thickness often and preferably exceeding twice.

[0015] Moreover, since continuation formation is carried out in said three the 1st layer to layer [ 3rd ] a

small number of layers, construction is simplified and reduction of a man day and the time necessary for completion can be aimed at.

[0016]

[Example 1] The relation between absorption-of-sound structure and an acoustic absorptivity is explained using drawing 2 - drawing 8 (an acoustic absorptivity means a normal incidence sound absorption coefficient here). As shown in drawing 2, the absorption-of-sound structure 20 was manufactured as an example of this invention. This absorption-of-sound structure 20 consists of four layers located in a line sequentially from the sound-source side S, and 21 [ layer / 1st / layer / 2nd / layer / 3rd ] is the aerated concrete which has a continuation air hole, the glass wool in which 22 has a continuation air hole, and a rock wool shaping plate with which 23 has a continuation air hole. As for these three layers, multilayer structure with a thickness of 120mm is formed continuously, and, as for the thickness of each class, 23 [ layer / 3rd / layer / 1st / layer / 2nd ] sets 19mm and the 101 remainingmm to 21 by 22 for about 2 minutes. furthermore, the steel plate panel P with a thickness of 9mm which is a noise insulation plate is formed in the outside of this multilayer-structure object, and it is an air space between said multilayer structure and said steel plate panels P -- 24 [ layer / 4th ] is formed by 380mm in thickness.

[0017] Next, the difference in the acoustic absorptivity of the hard porous body which has a continuation air hole in drawing 3, and an elasticity porous body is shown. The aerated concrete with which the compared ingredient requires a hard porous body for this invention, conventional foaming aluminum, and an elasticity porous body are glass wool. Moreover, each absorption-of-sound structure prepares 50mm acoustic material and a 450mm air space from a sound-source side. A hard porous body has a high acoustic absorptivity so that clearly from drawing 3, and it turns out that the aerated concrete concerning especially this invention is excellent in the acoustic absorptivity in a simple substance.

[0018] Moreover, drawing 4 shows the difference in the acoustic absorptivity of the absorption-of-sound structure 20 concerning the example mentioned above, and the example 1 of a comparison at the time of transposing the 1st layer to foaming aluminum. The extremely-low-frequency band shows the acoustic absorptivity superior to the example 1 of a comparison, and, as for the absorption-of-sound structure 20 concerning the example which prepared the 1st layer of aerated concrete in 21, it turns out that aerated concrete is suitable for the 1st layer of the 1st step of mass as used in the field of the mechanical oscillation system of absorption of sound of infrasound, i.e., absorption-of-sound structure.

[0019] Drawing 5 shows the difference in the acoustic absorptivity of the absorption-of-sound structure 20 concerning the example mentioned above, and the example 2 of a comparison at the time of [ that ] transposing only 22 [ layer / 2nd ] to elasticity rock wool. 20 absorption-of-sound structures concerning the example which prepared the 2nd layer of glass wool in 22 show the acoustic absorptivity superior to the example 2 of a comparison in the extremely-low-frequency band, and it turns out that glass wool is suitable for the 2nd layer (the attenuation as used in the field of the mechanical oscillation system of absorption of sound of infrasound, i.e., absorption-of-sound structure).

[0020] Drawing 6 shows the difference in the acoustic absorptivity of the absorption-of-sound structure 20 concerning the example mentioned above, and the example 3 of a comparison at the time of [ that ] transposing only 23 [ layer / 3rd ] to foaming aluminum and the example 4 of a comparison at the time of [ that ] transposing only 23 [ layer / 3rd ] to aerated concrete. The extremely-low-frequency band shows the acoustic absorptivity superior to the examples 3 and 4 of a comparison, and, as for the absorption-of-sound structure 20 concerning the example which formed the 3rd layer of a rock wool shaping plate in 23, it turns out that the rock wool shaping plate is suitable for the 3rd layer of the 2nd step of mass as used in the field of the mechanical oscillation system of absorption of sound of infrasound, i.e., absorption-of-sound structure.

[0021] Drawing 7 shows the difference in the acoustic absorptivity of the absorption-of-sound structure 20 concerning the example mentioned above, and the example 5 of a comparison at the time of [ that ] not preparing the 4th layer of the air space of 24. The example 5 of a comparison which did not prepare the 4th layer of an air space in 24 has an acoustic absorptivity lower than the example at the time of preparing two-layer [ of the aerated concrete or foaming aluminum which is the hard porous body which the acoustic absorptivity lower than the absorption-of-sound structure 20 which starts an example in an extremely-low-frequency band is not only shown, but has the continuation air hole shown in above-mentioned drawing 3, and an air space ]. That is, by lacking the air space of the 4th layer which is a spring, when the mechanical oscillation system of absorption of sound of infrasound is constituted shows that an acoustic absorptivity gets worse sharply.

[0022] When the 1st layer of the 3rd layer of the permutation to 23 is changed from 21 among the

absorption-of-sound structure 20 concerning the example mentioned above in drawing 8, and its absorption-of-sound structure 20, the difference in the acoustic absorptivity of an about is shown. In addition, the permutation of the example 6 of a comparison to the example 9 of a comparison in drawing is as in Table 1.

[0023]

[Table 1]

	第 1 层	第 2 层	第 3 层
実施例	発泡コンクリート	グラスウール	ロックウール成形板
比較例 6	グラスウール	発泡コンクリート	ロックウール成形板
比較例 7	発泡コンクリート	ロックウール成形板	グラスウール
比較例 8	ロックウール成形板	発泡コンクリート	グラスウール
比較例 9	グラスウール	ロックウール成形板	発泡コンクリート

[0024] As shown in drawing 8, in showing the acoustic absorptivity which was superior to which [ of the example 6 of a comparison to the example 9 of a comparison ] case in the extremely-low-frequency band, and constituting the mechanical oscillation system of absorption of sound of infrasound, the 1st step of mass understands that air is the best for rock wool and a spring in glass wool and the 2nd step of mass as the component for the example concerning this invention at aerated concrete and attenuation.

[0025] As mentioned above, it hits absorbing sound by the multilayer absorption-of-sound structure in infrasound. The structure is constituted from four layers, the hard porous body layer, the elasticity porous body layer, hard porous body layer, and air space which have a continuation air hole sequentially from a sound-source side. The 2nd layer of the 1st layer of the thing acquired for aerated concrete and the acoustic absorptivity which was excellent also in 4 layer structures like this invention in 22, without using multilayer structure of no less than six layers like before glass wool and by making 23 [ layer / 3rd ] into rock wool becomes clear 21.

[0026]

[Example 2] Next, another example of this invention is explained based on drawing 9 - drawing 10. What is shown in drawing 9 is the example which applied the multilayer absorption-of-sound structure of this invention to the sound isolation enclosure. The noise insulation plate of the absorption-of-sound structure of this invention is equivalent to the outer wall of the sound isolation enclosure 30, and the absorption-of-sound structure itself consists of this example as a sound isolation enclosure 30. Sound pressure change of the infrasound generated from the vibration screen machine 31 installed in the interior of the sound isolation enclosure 30 was measured within and without the sound isolation enclosure 30, and the sound-pressure-level reduction effectiveness of infrasound was checked.

[0027] Although the absorption-of-sound structure concerning this example is almost the same as that of the absorption-of-sound structure 20 shown in above-mentioned drawing 2, the steel plate panel P is different only at the point constituted with the outer wall of a sound isolation enclosure.

[0028] the inside dimension method of the sound isolation enclosure 30 which applied the absorption-of-sound structure concerning this example -- 12000Lx9700W x8645H mm -- it is -- the interior floor line 32 of sound isolation enclosure 30 -- the vibration screen machine 31 was installed so that it might be mostly located in the center. In addition, the air spring (not shown) is inserted among both in order to intercept the vibration to a floor line 32 from the vibration screen machine 31.

[0029] The measurement result at this time is shown in drawing 10. The axis of ordinate of drawing 10 R>0 expresses an extremely-low-frequency level value (dB), and the axis of abscissa expresses the measuring point (m). In addition, the sound isolation enclosure is made into the criteria location 0 (m). Moreover, the measurement result at the time of applying the absorption-of-sound structure of this invention for the

measurement result at the time of using only an outer wall for a sound isolation enclosure for the comparison of effectiveness with \*\* notation is expressed as \*\* notation.

[0030] The difference of a measurement result with the case where the absorption-of-sound structure of the case where only an outer wall is used for a sound isolation enclosure, and this invention is applied is [ in the wall of a sound isolation enclosure to -1m location ] 9-3.5dB in 19dB and 20-40m location of external in the outer wall of 7dB and a sound isolation enclosure to 1m location, and the large sound-pressure-level reduction effectiveness was acquired so that clearly from drawing 10. Moreover, since the air space was unnecessary, structure and construction were simplified between that absorption-of-sound structure decreased from six conventional layers to four layers, and the layer of acoustic material, and the man day and the time necessary for completion accompanying this decreased sharply. Furthermore, since the interior of the absorption-of-sound structure was carried out to the inside of a sound isolation enclosure, the effective tooth space was securable.

[0031]

[Effect of the Invention] Since effective absorption of sound of infrasound can be performed and the number of layers decreases further according to this invention also with the structure where the multilayer absorption-of-sound structure which was excellent in the sound absorption characteristics of infrasound by adopting the lamination which combined the layer of the specific quality of the material organically was offered and simplified, as mentioned above, simplification of structure and reduction of the man day and the time necessary for completion accompanying this can be performed. Moreover, when preparing an enclosure, effective absorption of sound can be performed, and an effective tooth space can be secured further.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

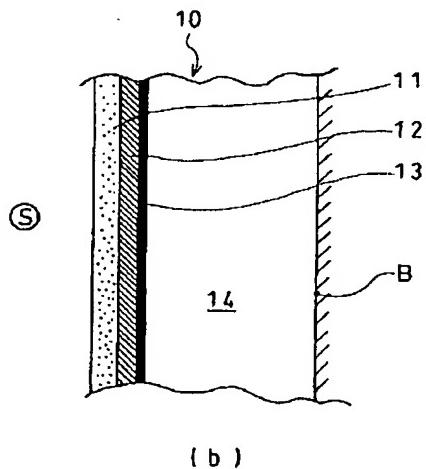
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

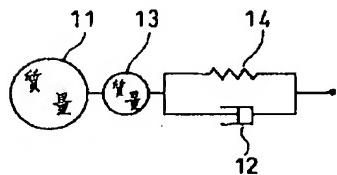
**DRAWINGS**

---

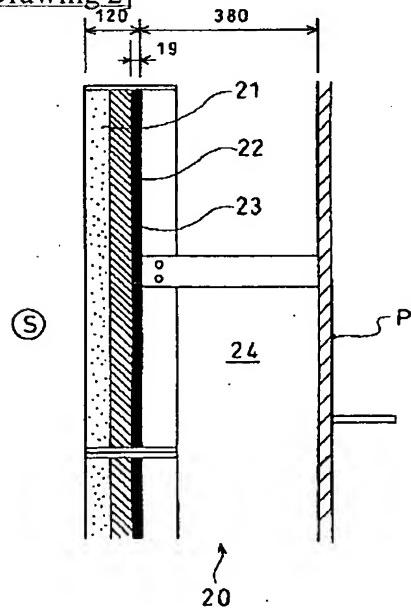
[Drawing 1] ( a )

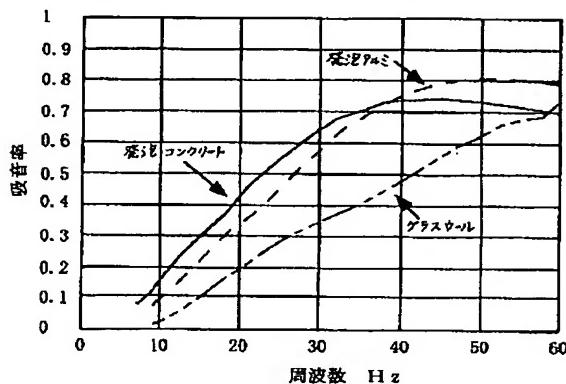
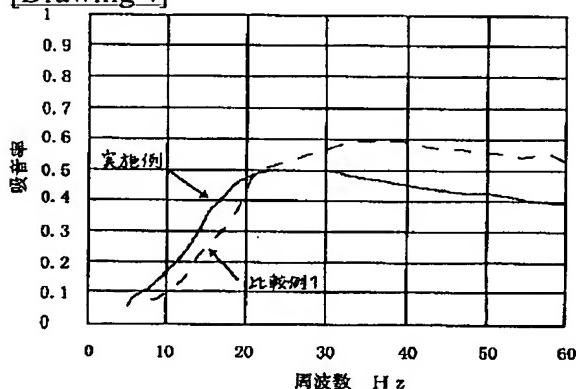
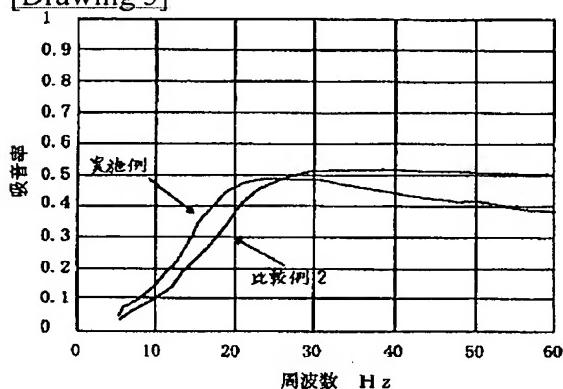


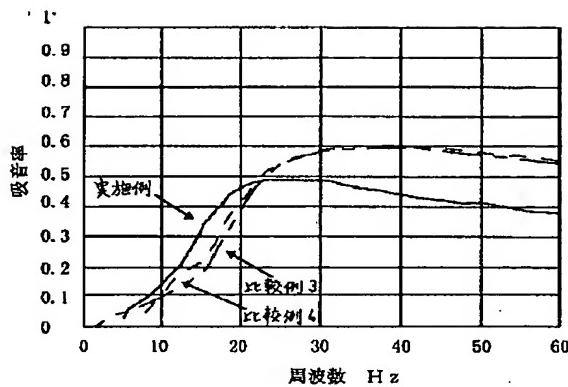
( b )



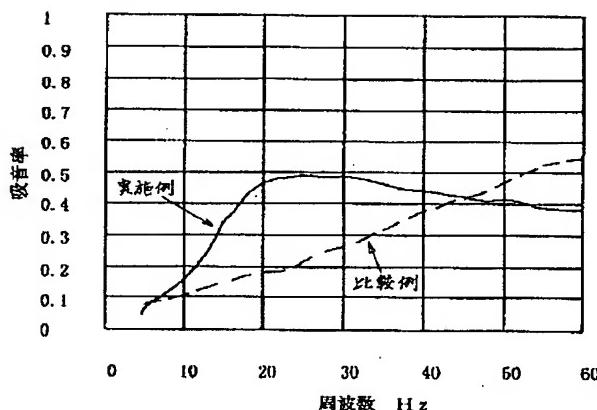
[Drawing 2]



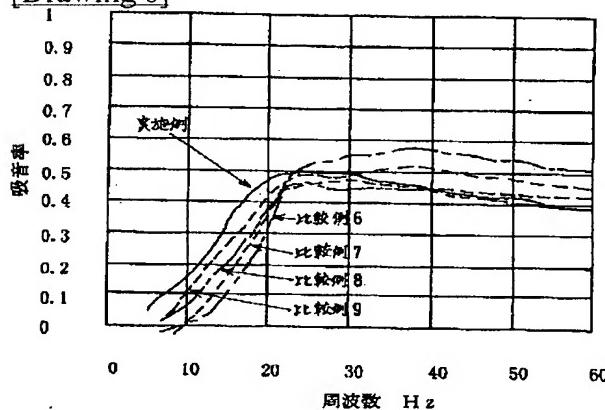
[Drawing 3][Drawing 4][Drawing 5][Drawing 6]



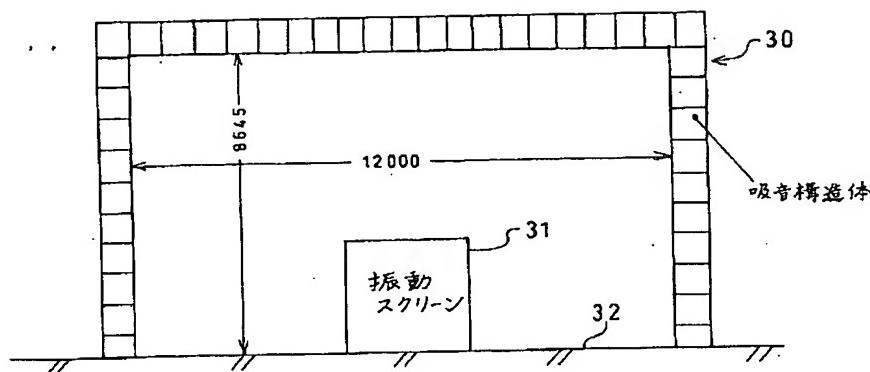
[Drawing 7]



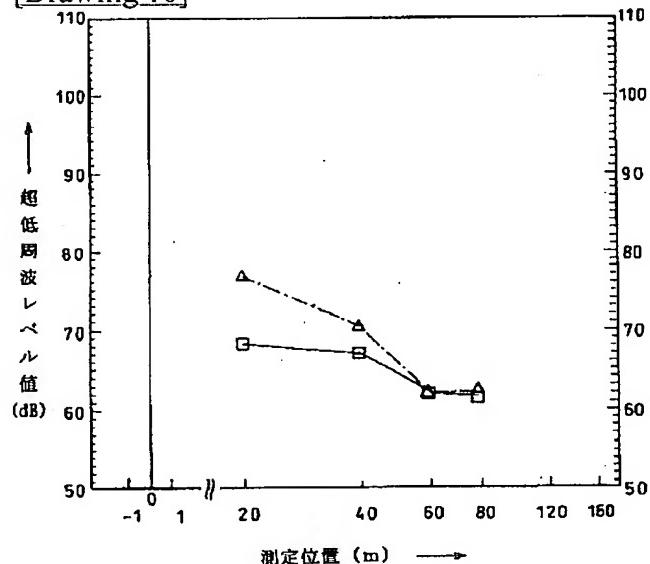
[Drawing 8]



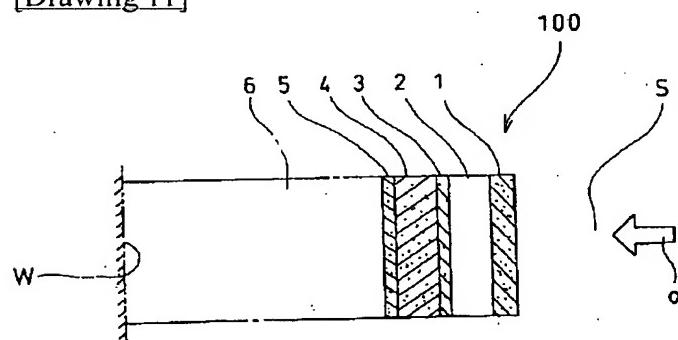
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]




---

[Translation done.]

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-140700  
 (43)Date of publication of application : 26.05.1998

(51)Int.Cl. E04B 1/86  
 G10K 11/162  
 G10K 11/16

(21)Application number : 08-312733  
 (22)Date of filing : 08.11.1996

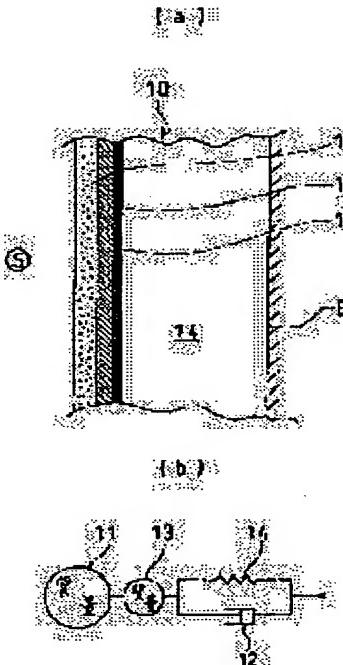
(71)Applicant : KOBE STEEL LTD  
 (72)Inventor : TANAKA TOSHIMITSU  
 HAYASHI NOBUTERU  
 YAMAGIWA ICHIRO  
 FUJINAMI GEN  
 YOSHIMURA TOSHIRO

## (54) MULTILAYER SOUND ABSORBING STRUCTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To absorb ultra low frequency sound and reduce the number of processes for a multilayer sound absorbing structure in a shorter construction period by arranging a hard porous material, a soft porous material and a hard porous material in sequence from a sound source side as well as a sound insulating plate via an air layer.

**SOLUTION:** A multilayer sound absorbing structure 10 is formed with a hard porous material layer 11, a soft porous material layer 12 and a hard porous material layer 13 respectively having continuous ventilating holes, in sequence from a sound source side, and an air layer 14. The air layer 14 is formed between the hard porous material layer 13 and a sound insulating plate B located outside. The hard porous material layer 11, the soft porous material layer 12 and the hard porous material layer 13 are formed of foamed concrete, glass wool and rock fiber, respectively. Three layers 11, 12, 13 are continuously formed. In the multilayer sound absorbing structure 10, the hard porous materials 11, 13, the soft porous material 12 and the air layer 14 serve equivalently for mass, attenuation and spring respectively to compose mechanical vibration system and absorb ultra low frequency sound.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-140700

(43)公開日 平成10年(1998)5月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
E 04 B 1/86

識別記号

F I  
E 04 B 1/86

D  
M  
A  
D  
C

G 10 K 11/162  
11/16

G 10 K 11/16

審査請求 未請求 請求項の数 1 FD (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-312733

(22) 出願日 平成8年(1996)11月8日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成8年7月1日  
社団法人日本機械学会発行の「第6回環境工学総合シンポジウム'96講演論文集」に発表

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所  
兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 田中 俊光

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 林 信輝

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号  
株式会社神戸製鋼所神戸本社内

(72) 発明者 山極 伊知郎

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 梶 良之

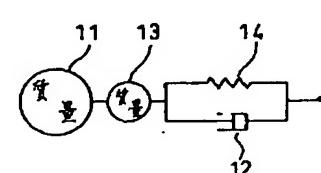
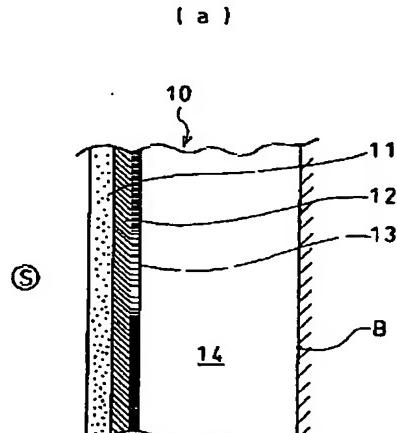
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層吸音構造体

(57) 【要約】

【課題】 簡素化された構造でも超低周波音の効果的な吸音が可能である吸音構造体を提供する。

【解決手段】 硬質多孔体である発泡コンクリートからなる第1層11と、軟質多孔体であるグラスウールからなる第2層12と、硬質多孔体であるロックウールからなる第3層13と、該第3層13とその外側に配設された遮音板の間に形成された空気層からなる第4層14とからなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の吸音材を重ねて多層に形成した超低周波音吸音用の多層吸音構造体であって、前記多層は、硬質多孔体である発泡コンクリートからなる第1層と、軟質多孔体であるグラスウールからなる第2層と、硬質多孔体であるロックウールからなる第3層と、該第3層とその外側に配設された遮音板の間に形成された空気層からなる第4層とから構成されていることを特徴とする多層吸音構造体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多層吸音構造体に関し、詳しくは20Hz以下の超低周波に対して吸音効果の高い多層吸音構造体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ロックウールやグラスウール等種々の吸音材が知られており、これらの吸音材を多層に重ねて吸音効果を高めた多層吸音構造体も種々提案されている。

【0003】特に低周波領域(40Hz以下)、例えば振動スクリーン、振動フィーダ、往復動式圧縮機等の産業用機械から発生する低周波音を効果的に吸音するものとして、例えば、実公平4-55360のような多層吸音構造体が提案されている。

【0004】また、近年の工事現場事情によれば、上記機械からの騒音や粉塵等の公害問題や、さらには景観問題が取り沙汰されており、これらの対策として例えば遮音壁のような囲いを設けることが行われている。

【0005】なお、上記低周波領域のうち公害問題として特に対策が困難で問題となる領域は超低周波帯域(20Hz以下)であり、ここでの超低周波音は周波数が長いため、遠地点まで伝搬しやすく、場合によっては建具のガタツキ音や、頭痛・吐き気の原因となっていた。

【0006】前記実公平4-55360ではこのような超低周波音に対してほぼ満足のいく吸音効果を得てはいるが、その吸音構造体は6層というような多くの層を必要としていた。

【0007】この6層の吸音構造体の一例を図11に示す。図11において、音源から発生した低周波音は、進行方向 $\alpha$ で第1層の連続通気孔を有する硬質多孔体層1に入射され、第2層の空気層2、第3層の連続通気孔を有する硬質多孔体層3、第4層の連続通気孔を有する軟質多孔体層4、第5層の連続通気孔を有する硬質多孔体層5、第6層の空気層6を通過して壁面Wに至る。これら6層で構成される機械的振動系により上記低周波音は、減衰・吸音される。

【0008】多層構造体を用いて囲いを設ける場合は、囲い機能により内部の音圧が高まり所要の吸音効果が發揮できない場合がある。このために囲いの中にレゾネータ(共鳴器)を設置するが、レゾネータは特定周波数で

高い吸音効果が得られるようにチューニングされており、或る範囲の周波数帯域にわたって吸音しようとする場合、複数種類のものを多数林立させて吸音を行う。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来の多層吸音構造により低周波領域特に超低周波音を効果的に吸音するには6層構造というような多くの層をもつ吸音構造が必要である。また、この場合の6層構造の機械的振動系により、その順列も定まっていることから吸音材の層の間に空気層を設けることが必要である。このため、構造の複雑化による施工の複雑化、および、これに伴なう工数・工期の増加の問題があった。また、環境への配慮のため囲いを設ける場合は、囲いの中にレゾネータを設置するが多数林立させる必要があるため有効スペースおよび設備コスト增加の面で不利である。

【0010】本発明は、この様な問題を解決するためになされたものであって、簡素化された構造でも超低周波音の効果的な吸音が可能であり、さらに構造の簡素化及びこれに伴なう工数・工期の低減が可能であり、また、囲いを設ける場合においても吸音効果に優れ、有効スペースが確保できる吸音構造体を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する手段として、本発明は、複数の吸音層を重ねて多層に形成した超低周波音吸音用の多層吸音構造体であって、前記多層は、硬質多孔体である発泡コンクリートからなる第1層と、軟質多孔体であるグラスウールからなる第2層と、硬質多孔体であるロックウールからなる第3層と、該第3層とその外側に配設された遮音板の間に形成された空気層からなる第4層とから構成されていることを特徴とする多層構造吸音体を提案するものである。

## 【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図1(a)に基づいて説明する。前述した多層吸音構造体を用いて遮音壁としての多層吸音構造10が形成される。ここに示す多層吸音構造10は、音源側Sから順に、第1層である連続通気孔を有する硬質多孔体層11、第2層である連続通気孔を有する軟質多孔体層12、第3層である連続通気孔を有する硬質多孔体層13、第4層の空気層14から構成されており、第1層、第2層、第3層の材質はそれぞれ、発泡コンクリート、グラスウール、ロックウールで構成される。これら3つの層は連続して形成されており、第4層の空気層14は、第3層とさらに外側にある遮音板Bとの間に形成されている。ここで、第1層の発泡コンクリートは、例えばスラリー(セメントベース)にアルミニウム粉末(発泡材)を加えこれらが反応して発生する水素ガスで発泡させたものであり、JIS-A-1162に適合するものであればよい。ただし、構造材として用いるものではなく吸音材として用い

るので、かさ比重は $0.5 \text{ g/cm}^3$ 以下が好ましく、かさ比重 $0.27 \sim 0.35 \text{ g/cm}^3$ （気孔率85～90%）の範囲のものが更に好ましい。第2層のグラスウールは、ガラスを溶融し、これを火炎法、遠心法、渦流法などで纖維化し、接着剤によってフェルト状又はボード状に成形したグラスウール吸音材であって、JIS-A-6306に適合するものであればよい。第3層のロックウールは、ロックウールを主原料とし、結合材、混和材を用いて板状に成形したロックウール化粧吸音板であって、JIS-A-6307に適合するものであればよい。かさ比重は、発泡コンクリートと同等の $0.5 \text{ g/cm}^3$ 以下が好ましい。なお、本発明に係る遮音板は音を反射する性質のものであればよく、当該遮音板の形態としては、前記4つの層と一体的に構成されるものでもよく、既存の構造物（例えば防音囲い等）に現場施工する場合は当該構造物の壁面により前記遮音板が構成されるものでもよい。

【0013】次に、この吸音材の作用を説明する。図1(b)に示されるように、本発明の4層の吸音構造10のものでは、主として第1層11と第3層13が質量、第2層12が減衰、第4層14がバネに相当する機械的な振動系を構成し、これにより超低周波帯域の音響エネルギーが減衰され、超低周波音が吸収される。

【0014】このバネー質量系の振動系においては、第1層の質量を変化させることにより共振周波数を超低周波数まで下げることができる。このとき超低周波数帯域で効率良く吸音させるには、超低周波数の音響エネルギーを熱エネルギーに高効率で変換させることで必要である。そこで第1層である硬質多孔体層に単独で吸音率の高い発泡コンクリートを採用することで効果的に音響エネルギーを熱エネルギーに変換でき、これにより超低周波音の吸音であっても高い吸音率を保持することができる。従って、第1層11の発泡コンクリートを第3層13のロックウールより厚くするのが良く、好ましくは2倍を超える厚みにする。

【0015】また、前記第1層から第3層の3つの少數層で連続形成されるため、施工が簡素化され、工数・工期の低減を図ることができる。

#### 【0016】

【実施例1】図2～図8を用いて吸音構造と吸音率の関係を説明する（ここで吸音率とは垂直入射吸音率を意味する）。図2に示すように、本発明の実施例として吸音構造体20を製作した。この吸音構造体20は音源側Sから順に並ぶ4層で構成されており、第1層21は連続通気孔を有する発泡コンクリート、第2層22は連続通気孔を有するグラスウール、第3層23は連続通気孔を有するロックウール成形板である。これら3層は連続して厚さ120mmの多層構造が形成されており、各層の厚さは、第3層23が19mm、残りの101mmを第1層21と第2層22でほぼ2分するものである。さら

にこの多層構造体の外側に遮音板である厚さ9mmの鋼板パネルPを設け、前記多層構造と前記鋼板パネルPとの間に空気層である第4層24が厚さ380mmで形成されたものである。

【0017】次に、図3に連続通気孔を有する硬質多孔体と軟質多孔体の吸音率の差異を示す。比較した材料は、硬質多孔体は本発明に係る発泡コンクリートと従来の発泡アルミ、軟質多孔体はグラスウールである。また、それぞれの吸音構造は、音源側から50mmの吸音材と450mmの空気層を設けたものである。図3から明らかなように硬質多孔体は吸音率が高く、特に本発明に係る発泡コンクリートは単体での吸音率が優れていることが分かる。

【0018】また、図4は前述した実施例に係る吸音構造体20と、その第1層のみ発泡アルミに置き換えた場合の比較例1との吸音率の差異を示すものである。第1層21に発泡コンクリートを設けた実施例に係る吸音構造体20は、超低周波数帯域で比較例1より優れた吸音率を示しており、発泡コンクリートは超低周波音の吸音の機械的振動系でいう1段目の質量、すなわち吸音構造の第1層に適していることが分かる。

【0019】図5は前述した実施例に係る吸音構造体20と、その第2層22のみ軟質ロックウールに置き換えた場合の比較例2との吸音率の差異を示すものである。第2層22にグラスウールを設けた実施例に係る吸音構造20体は、超低周波数帯域で比較例2より優れた吸音率を示しており、グラスウールは超低周波音の吸音の機械的振動系でいう減衰、すなわち吸音構造の第2層に適していることが分かる。

【0020】図6は前述した実施例に係る吸音構造体20と、その第3層23のみ発泡アルミに置き換えた場合の比較例3およびその第3層23のみ発泡コンクリートに置き換えた場合の比較例4との吸音率の差異を示すものである。第3層23にロックウール成形板を設けた実施例に係る吸音構造体20は、超低周波数帯域で比較例3および4より優れた吸音率を示しており、ロックウール成形板は超低周波音の吸音の機械的振動系でいう2段目の質量、すなわち吸音構造の第3層に適していることが分かる。

【0021】図7は前述した実施例に係る吸音構造体20と、その第4層24の空気層を設けなかった場合の比較例5との吸音率の差異を示すものである。第4層24に空気層を設けなかった比較例5は、超低周波数帯域で実施例に係る吸音構造体20より低い吸音率を示しているばかりでなく、前述の図3に示す連続通気孔を有する硬質多孔体である発泡コンクリートもしくは発泡アルミと空気層の2層を設けた場合の例よりも低い吸音率となっている。すなわち、超低周波音の吸音の機械的振動系を構成する上で、バネである第4層の空気層を欠くことにより吸音率が大幅に悪化することが分かる。

【0022】図8に前述した実施例に係る吸音構造体20と、その吸音構造体20の内で第1層21から第3層23までの順列を変えた場合についての吸音率の差異を示す。なお、図中の比較例6から比較例9の順列は表1

の通りである。

【0023】

【表1】

	第1層	第2層	第3層
実施例	発泡コンクリート	グラスウール	ロックウール成形板
比較例6	グラスウール	発泡コンクリート	ロックウール成形板
比較例7	発泡コンクリート	ロックウール成形板	グラスウール
比較例8	ロックウール成形板	発泡コンクリート	グラスウール
比較例9	グラスウール	ロックウール成形板	発泡コンクリート

【0024】図8に示されるように、本発明に係る実施例は比較例6から比較例9のいづれの場合よりも超低周波数帯域において優れた吸音率を示しており、超低周波音の吸音の機械的振動系を構成するにあたって、その構成材料として1段目の質量に発泡コンクリート、減衰にグラスウール、2段目の質量にロックウール、バネに空気が最適であることが分かる。

【0025】上述のように、超低周波音を多層吸音構造体で吸音するにあたって、その構造を音源側から順に連続通気孔を有する硬質多孔体層と軟質多孔体層と硬質多孔体層および空気層の4層で構成し、第1層21を発泡コンクリート、第2層22をグラスウール、第3層23をロックウールとすることにより、従来のような6層もの多層構造を用いることなく、本発明の如き4層構造でも優れた吸音率が得られることが判明する。

【0026】

【実施例2】次に、図9～図10に基づいて本発明の別の実施例について説明する。図9に示すものは、本発明の多層吸音構造体を防音囲いに適用した例である。この例では本発明の吸音構造体の遮音板が防音囲い30の外壁に相当しており、吸音構造体自体が防音囲い30として構成されているものである。防音囲い30の内部に設置した振動筛機31から発生する超低周波音の音圧変化を防音囲い30の内外で測定し、超低周波音の音圧レベル低減効果を確認した。

【0027】本実施例に係る吸音構造体は、前述の図2に示す吸音構造体20とほぼ同様のものであるが、鋼板パネルPが防音囲いの外壁により構成されている点での相違するものである。

【0028】本実施例に係る吸音構造体を適用した防音

囲い30の内寸法は、12000<sup>l</sup>×9700<sup>w</sup>×8645<sup>h</sup> mmであり、防音囲い30内部床面32のほぼ中央に位置するように振動筛機31を設置した。なお、振動筛機31から床面32への振動を遮断する目的で両者間に空気ばね(図示せず)が挿入されている。

【0029】このときの測定結果を図10に示す。図10の縦軸は超低周波レベル値(dB)、横軸は測定位置(m)を表わしている。なお、防音囲いを基準位置0(m)としている。また、効果の比較のために、防音囲いに外壁のみを用いた場合の測定結果を△記号で、本発明の吸音構造体を適用した場合の測定結果を□記号で表示している。

【0030】図10から明らかなように、防音囲いに外壁のみを用いた場合と本発明の吸音構造体を適用した場合との測定結果の差は、防音囲いの内壁から1m位置で7dB、防音囲いの外壁から1m位置で19dB、外部20～40m位置で9～3.5dBで、大幅な音圧レベル低減効果が得られた。また、吸音構造が従来の6層から4層に減じたことと、吸音材の層の間に空気層が不要なため、構造・施工が簡素化され、これに伴なう工数・工期が大幅に減少した。さらに、防音囲いの内面に吸音構造体が内装されているため有効スペースが確保できた。

【0031】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、特定の材質の層を有機的に組合せた層構成を採用することにより、超低周波音の吸音特性に優れた多層吸音構造体が提供され、かつ、簡素化された構造でも超低周波音の効果的な吸音ができ、さらにその層数が減少するため構造の簡素化及びこれに伴なう工数・工期の低減ができる。ま

た、囲いを設ける場合においても効果的な吸音ができ、さらに有効スペースが確保できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る吸音構造の断面図及びモデル図である。

【図2】本発明の実施例に係る吸音構造の断面図である。

【図3】連続通気孔を有する硬質多孔体と軟質多孔体の吸音率を示す図である。

【図4】本発明の実施例および吸音構造の第1層の材料を変えた比較例の吸音率を示す図である。

【図5】本発明の実施例および吸音構造の第2層の材料を変えた比較例の吸音率を示す図である。

【図6】本発明の実施例および吸音構造の第3層の材料を変えた比較例の吸音率を示す図である。

【図7】本発明の実施例および吸音構造の第4層を無くした比較例の吸音率を示す図である。

【図8】本発明の実施例および吸音構造の前部3層の順列を変えた比較例の吸音率を示す図である。

【図9】本発明に係る吸音構造を内装した防音囲いの断面模式図である。

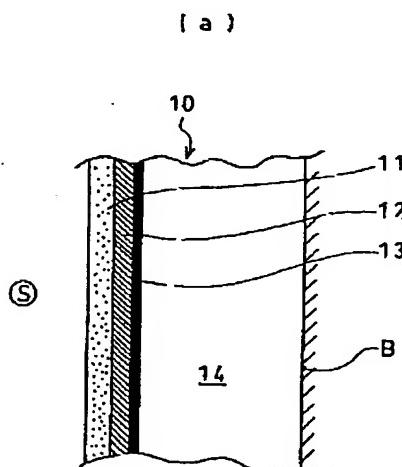
【図10】防音囲いの内外での超低周波音の音圧変化を測定した結果を示す図である。

【図11】従来の吸音構造の断面図である。

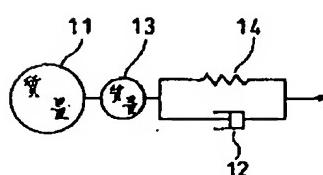
【符号の説明】

- 11 連続通気孔を有する硬質多孔体層
- 12 連続通気孔を有する軟質多孔体層
- 13 連続通気孔を有する硬質多孔体層
- 14 空気層
- 21 第1層
- 22 第2層
- 23 第3層
- 24 第4層
- B 遮音板
- P 鋼板パネル
- S 音源側空間
- W 壁面

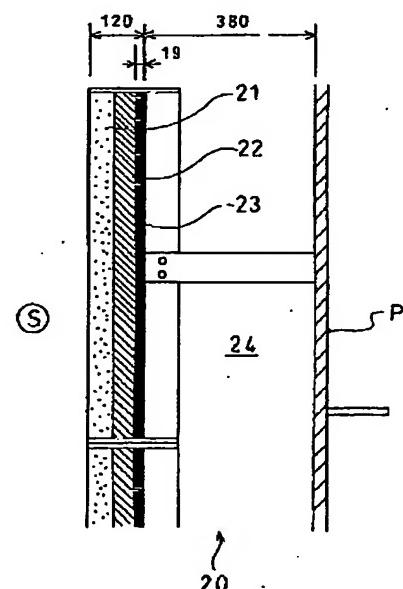
【図1】



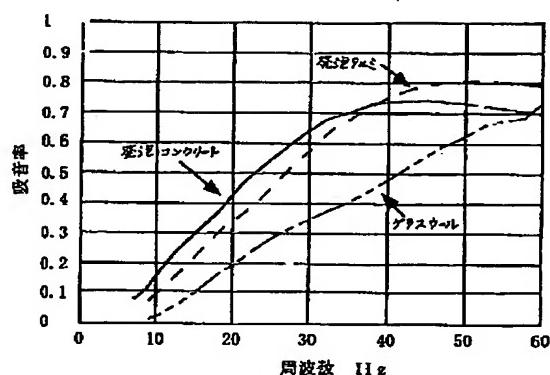
(b)



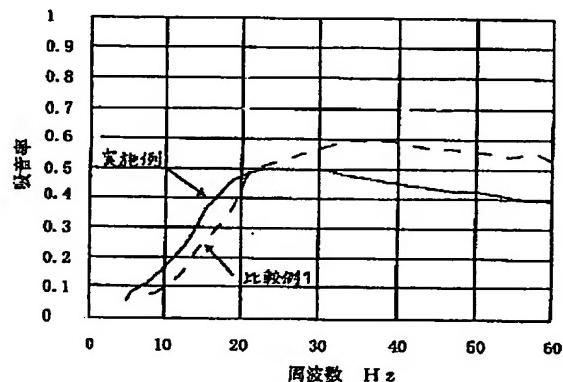
【図2】



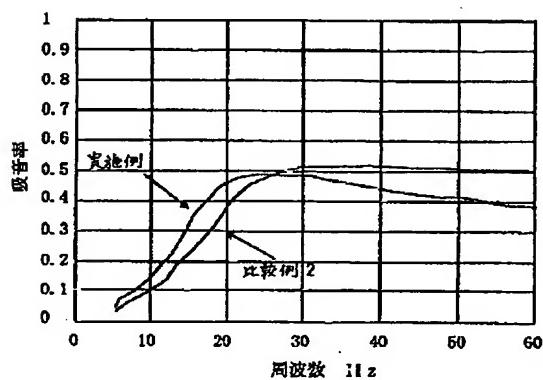
【図3】



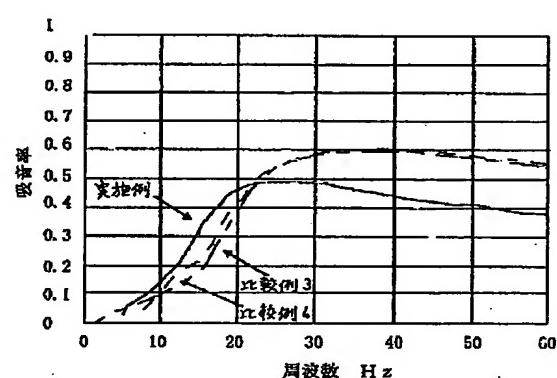
【図4】



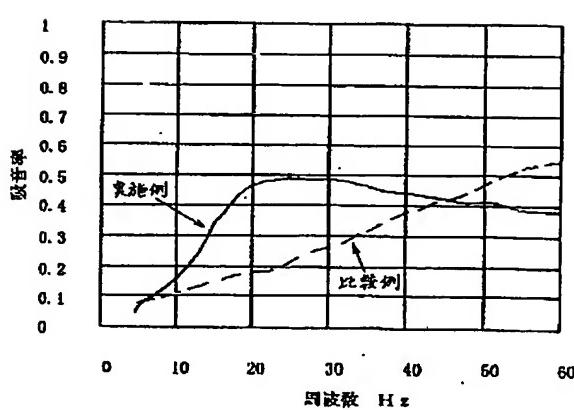
【図5】



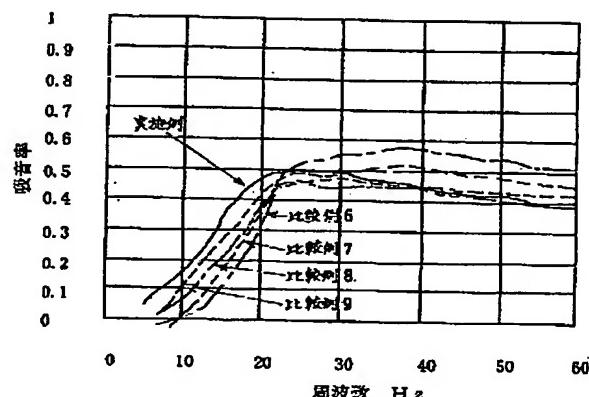
【図6】



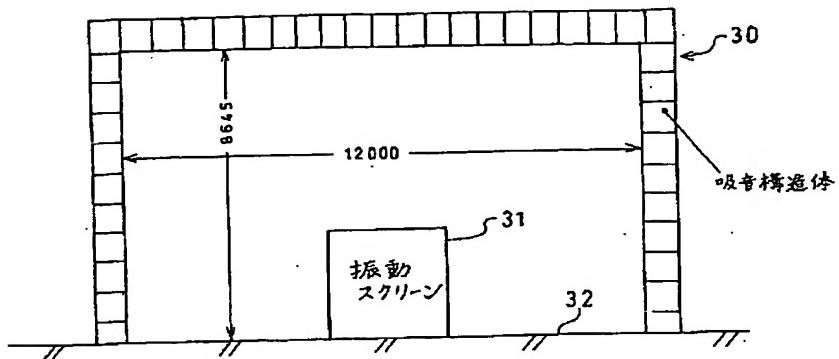
【図7】



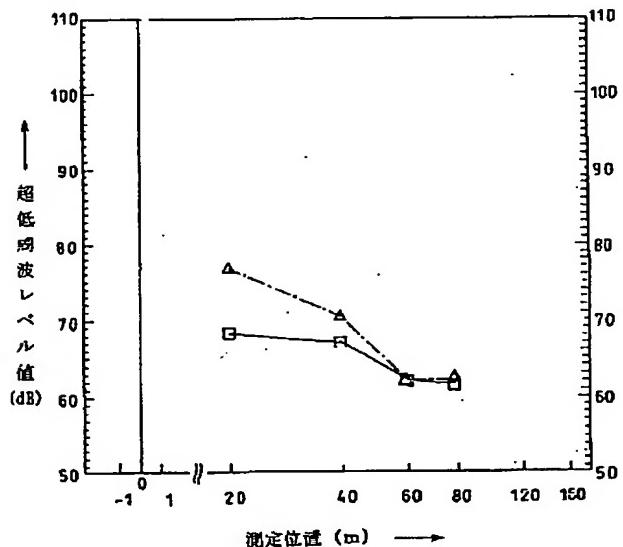
【図8】



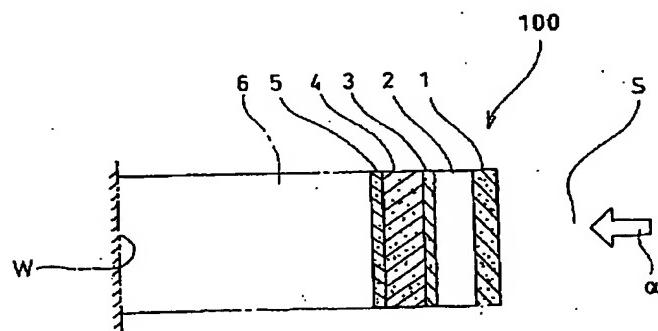
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 藤波 玄

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号  
株式会社神戸製鋼所神戸本社内

(72)発明者 吉村 登志雄

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号  
株式会社神戸製鋼所神戸本社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**